

УДК 621.84

А. Дячун¹, канд. техн. наук; Б. Гупка¹, канд. техн. наук; Іг. Гевко¹, канд. техн. наук; Н. Влас¹, канд. техн. наук; В. Диня²; Р. Хорошун¹; В. Клендій¹

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

²Бережанський агротехнічний інститут національного університету біоресурсів та природокористування України

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕНАЛАГОДЖУВАНИХ КОНДУКТОРІВ З ОБЕРТОВИМИ ВТУЛКАМИ

Резюме. Наведено конструкції універсальної багатошпиндельної свердильної головки та універсального кондуктора для свердління отворів в деталях машин, які забезпечують підвищення гнучкості виробництва та довговічності кондукторних втулок. Наведено теоретичні залежності зношення поверхні кондукторних втулок від конструктивних параметрів і параметрів взаємодії свердло–кондукторна втулка. Підраховано економічну доцільність удосконалених конструкцій.

Ключові слова: переналагоджуваний свердильний кондуктор, переналагоджувана багатошпиндельна свердильна головка, обертова кондукторна втулка.

A. Diachun, B. Hupka, Ih. Hewko, N. Vlas, V. Dynia, R. Horoshun, V. Klendiy.

TECHNICAL AND ECONOMICAL SUBSTANTIATION OF THE USE OF RESETTING THE CONDUCTORS WITH ROTATING HUBS

The summary. The constructions of universal multi-spindle milling head and the universal conductor for milling the holes in machines' details are proposed. These constructions are proved to increase the flexibility of production and durability of conductor hubs. The theoretical dependences of the wear of conductor hubs' surface on the structural parameters and the parameters of interaction of milling-conductor hub are developed. The economical expediency of the improved constructions is calculated.

Key words: resetting milling conductor, reset milling head, rotating conductor hub.

Умовні позначення

C_1 – собівартість застосування звичайних кондукторів з нерухомими втулками та звичайними багатошпиндельними головками, грн;

C_2 – собівартість застосування переналагоджуваних кондукторів з обертовими втулками та переналагоджуваних багатошпиндельних головок, грн;

u – кількість однотипних деталей;

P_1 – вартість однієї нерухокої втулки, грн;

m_1 – необхідна кількість нерухомих втулок для свердління отвору в партії деталей одного типу;

n_1 – кількість отворів у деталі;

P_2 – вартість одного звичайного кондуктора, грн;

P_3 – вартість однієї звичайної багатошпиндельної головки, грн;

P_2 – вартість однієї обертової втулки, грн;

m_2 – необхідна кількість обертових втулок для свердління отвору в партії деталей одного типу;

P_5 – вартість одного переналагоджуваного кондуктора, грн;

P_6 – вартість однієї переналагоджуваної багатошпиндельної головки, грн;

C_3 – собівартість переналагодження кондуктора, грн;

C_4 – собівартість переналагодження багатошпindelьної головки, грн;

k – інтенсивність зношення втулки, визначається експериментально, мкм/мм;

i – кількість деталей в партії;

H_1 – висота втулки, мм;

H_2 – глибина отвору, мм;

S_1 – величина подавання свердла під час робочого ходу, мм/об;

d – номінальний діаметр свердла, мм;

k_2 – коефіцієнт, що враховує зменшення нормальної сили на поверхнях контакту під час зворотного ходу свердла, $k_2=0,4\dots0,8$;

S_2 – величина подавання свердла під час зворотного ходу, мм/об;

D_{max} – максимально допустимий діаметр зношеної втулки, мм;

D_v – номінальний діаметр втулки, мм;

ES – верхнє відхилення втулки після виготовлення, мм;

k_1 – коефіцієнт проковзування, $k_1=1,2\dots1,4$;

D_r – радіальне биття втулки, мм;

t_1 – час налагодження кондуктора на однотипну деталь, хв;

Π_1 – тарифна ставка налагоджувальника, грн/хв;

t_2 – час налагодження багатошпindelьної свердлильної головки на однотипну деталь, хв.

Постановка проблеми. Сучасні реалії ринкової економіки в умовах жорсткої конкуренції вимагають постійної модернізації та розширення існуючої номенклатури товарів та застосування в технологічних процесах універсальних пристроїв, зокрема кондукторів і багатошпindelьних головок, що дасть змогу покращити якість продукції зменшити собівартість виготовлення продукції та зробити виробництво гнучким і швидкопереналагоджуваним на різні типорозміри деталей машин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розробленню конструкцій кондукторів для свердління отворів у деталях машин присвячено багато праць, тим більше, що кондуктори використовуються на кожному підприємстві середнього машинобудування. В роботі Ансьорова М.А. [1] представлено стаціонарні кондуктори, розраховані для крупносерійного і масового виробництва, тобто у них відсутня гнучкість, яка важлива в умовах сучасного виробництва. В роботі Горошкіна А.К. [2] представлено розрахунок кондукторів на точність, при цьому не враховано зношення однієї з найважливіших частин кондуктора – кондукторної втулки. В роботі Крагельського І.В. [3] наведено метод розрахунку зношення деталей в умовах експлуатації. В роботі Жолобова О.О. [4] і Гевка Б.М. [5] представлені технічні умови підвищення надійності й довговічності деталей машин. Крім того, мало уваги приділено обертовим кондукторним втулкам.

Мета даної роботи – розробити конструкції переналагоджуваного кондуктора з обертовими кондукторними втулками, переналагоджуваної багатошпindelьної свердлильної головки та провести порівняльний аналіз нерухомих і обертових кондукторних втулок з точки зору їх стійкості до зношення.

Реалізація роботи. На рис. 1 зображено конструкцію універсальної багатошпindelьної головки, її особливістю є те, що один шпindel 7 жорстко встановлено в корпусі 1, а другий шпindel 10, за допомогою рукоятки 13 і механізму затиску має можливість змінювати своє міжцентрове положення у радіусному пазу 14 в необхідних межах з відповідною фіксацією.

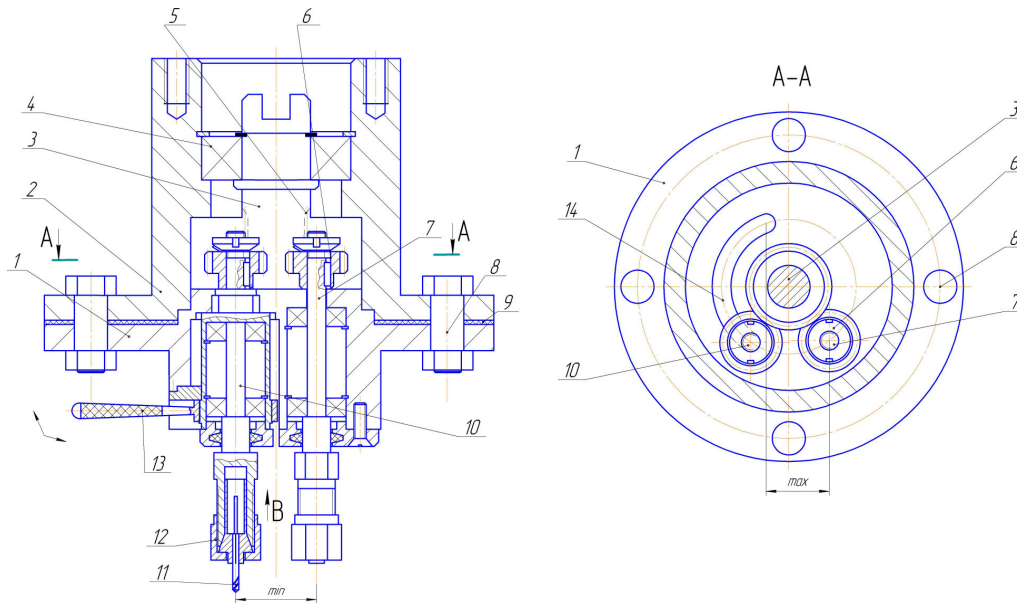


Рисунок 1. Універсальна багатошпіндельна свердлильна головка:

1 – корпус; 2 – кришка; 3 – приводний шпіндель; 4 – підшипник; 5 – зуби вал-шестерні; 6 – привідна шестерня; 7 – жорсткий шпіндель; 8 – болти; 9 – прокладка; 10 – змінний шпіндель; 11 – свердло; 12 – цанга; 13 – рукоятка; 14 – радіусний паз

Кондуктор під універсальну багатошпіндельну свердлильну головку представлено на рис. 2. Особливістю конструкції його є те, що в якості кондукторних втулок використано радіально-упорні підшипники 9, у внутрішніх кільцях яких запресовують змінні кондукторні втулки 7, які в процесі свердління обертаються разом зі свердлами 11, що значно зменшує тертя і зношування в зоні контакту свердла і кондукторної втулки й підвищує експлуатаційну надійність і довговічність кондуктора, точність оброблення отворів і зменшення енерговитрат.

Крім цього, зменшення тертя в зоні контакту свердла з кондукторною втулкою при осьовій її взаємодії здійснюється за рахунок використання повстяно-змащувальних кілець, які приєднані до системи змащування (на кресленні не показано).

Для зміни міжцентрової відстані між шпінделями використовують радіусні пази 5, в яких переміщаються корпуси підшипників 6 разом із підшипниками 9 і змінними кондукторними втулками 7. Місце встановлення змінних кондукторних втулок у пазах 5 здійснюється за допомогою шаблона.

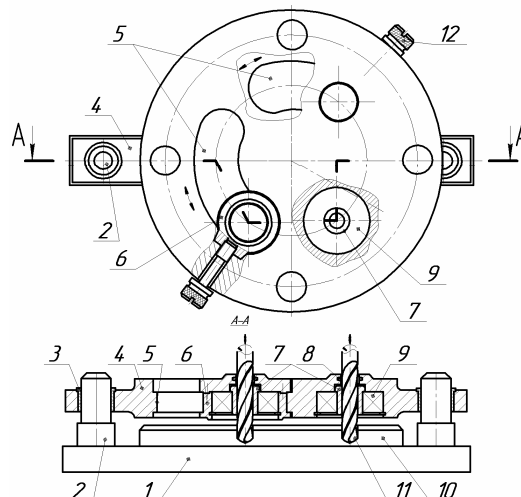


Рисунок 2. Переналаджуваний кондуктор до багатошпіндельної свердлильної головки:

1 – плита; 2, 3 – відповідно направляючі колонки і втулки; 4 – верхня плита; 5 – радіусні пази; 6 – корпус підшипника; 7 – змінні кондукторні втулки; 8 – повстяно-змащувальні кільця; 9 – радіально-упорні підшипники; 10 – заготовка; 11 – свердла; 12 – стопорні гвинти

Економічний ефект від застосування переналагоджувальних кондукторів з обертовими втулками та переналагоджувальних багатошпindelних головок у порівнянні зі звичайними кондукторами з нерухомими втулками та звичайними багатошпindelними головками можна визначити за формулою

$$C = C_1 - C_2. \quad (1)$$

Собівартість застосування звичайних кондукторів з нерухомими втулками та звичайними багатошпindelними головками визначаємо за формулою

$$C_1 = u(P_1 \cdot m_1 \cdot n_1 + P_2 + P_3). \quad (2)$$

Собівартість застосування переналагоджуваних кондукторів з обертовими втулками та переналагоджуваних багатошпindelних головок визначаємо за формулою

$$C_2 = P_4 \cdot m_2 \cdot n_1 + P_5 + P_6 + u(C_3 + C_4). \quad (3)$$

Необхідна кількість нерухомих втулок для свердління отвору в партії деталей одного типу, враховуючи те, що зношення поверхні втулок відбувається як наслідок обертового і лінійного руху свердла по поверхні втулок, знаходимо за формулою

$$m_1 = \frac{2ki(H_1 + H_2) \left(\frac{1}{S_1} \sqrt{\pi^2 d^2 + S_1^2} + \frac{k_2}{S_2} \sqrt{\pi^2 d^2 + S_2^2} \right)}{D_{\max} - (D_v + ES)}. \quad (4)$$

Необхідну кількість обертових втулок для свердління отвору в партії деталей одного типу, враховуючи те, що зношення контактної поверхні втулок відбувається в основному за рахунок лінійного переміщення свердла відносно втулки, визначаємо за формулою

$$m_2 = \frac{k_1 \cdot k \cdot i(H_1 + H_2)(1 + k_2)}{D_{\max} - (D_v + ES + D_r)}. \quad (5)$$

Собівартість переналагодження кондуктора визначаємо за формулою

$$C_3 = t_1 \cdot \Pi_1. \quad (6)$$

Собівартість переналагодження багатошпindelної свердлильної головки визначаємо за формулою

$$C_4 = t_2 \cdot \Pi_1. \quad (7)$$

На основі наведених вище формул на графіках рисунків 3 і 4 представлено залежність зношення кондукторних втулок від діаметра і глибини свердління.

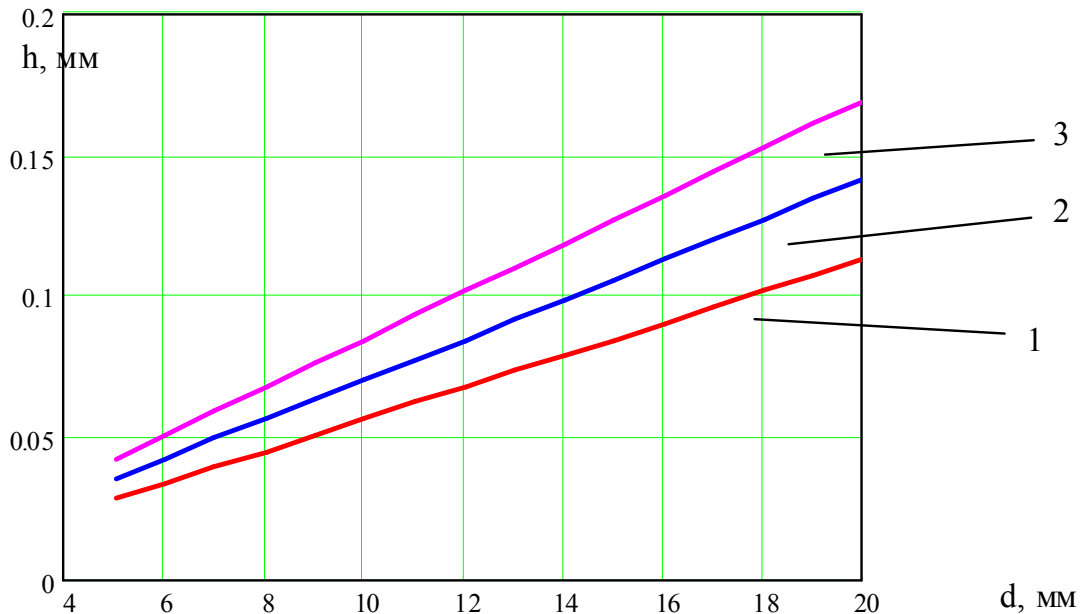


Рисунок 3. Графік залежності величини зношення нерухомої втулки від діаметра свердління ($i=5000$ шт, $H_1=10$ мм, $S_1=0,1$ мм/об): 1 – $H_2=10$ мм; 2 – $H_2=15$ мм; 3 – $H_2=20$ мм

Згідно з графіками на рисунках 3 і 4 робимо висновок, що при збільшенні діаметра свердління і відповідно діаметра свердла та при збільшенні глибини отвору величина зношення нерухомої втулки зростає.

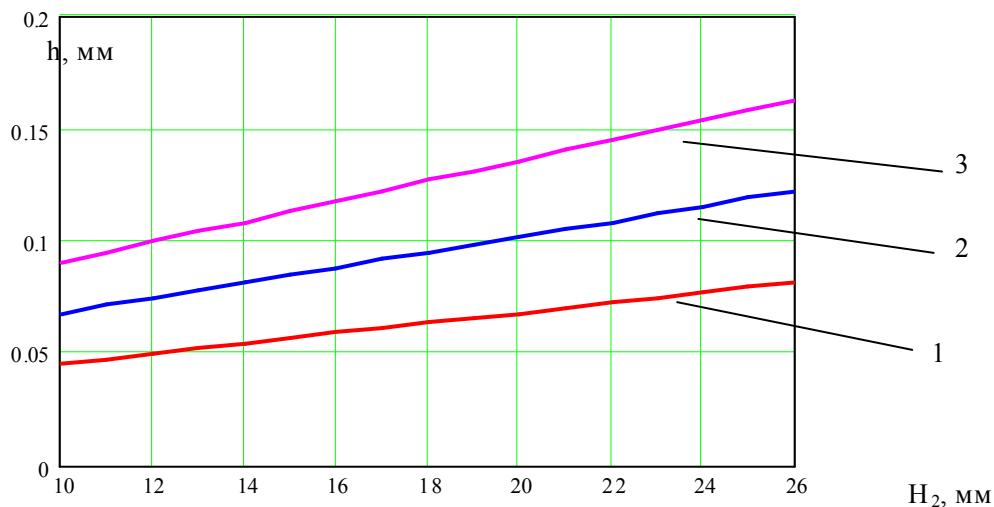


Рисунок 4. Графік залежності величини зношення нерухомої втулки від глибини отвору ($i=5000$ шт, $H_1=10$ мм, $S_1=0,1$ мм/об): 1 – $d=8$ мм; 2 – $d=12$ мм; 3 – $d=16$ мм

Як приклад, після проведених розрахунків встановлено, що економічний ефект від застосування переналагоджуваних кондукторів з обертовими втулками та переналагоджуваних багатошпіндельних головок під час свердління двох отворів діаметром 8 мм на глибину свердління 15мм при величині партії деталей одного типу 5000 шт. та кількості однотипних деталей в групі 5 шт. становить 4460грн.

Висновки. Представлено конструкції переналагоджуваної багатошпіндельної свердлильної головки та переналагоджуваного кондуктора з обертовими втулками на базі радіальних підшипників для свердління отворів. Переваги цих конструкцій – можливість переналагодження під час свердління однотипних деталей, зменшення сил

тертя свердла з кондукторною втулкою через підшипник, відповідно збільшення точності оброблювальних отворів і зменшення енерговитрат та спрацювання свердла і кондукторної втулки. 2. Досліджено вплив технологічних параметрів процесу свердління і конструктивних параметрів втулки на величину її зношення. Проведено обґрунтування застосування переналагоджуваної багатошпиндельної свердильної головки та переналагоджуваного кондуктора з обертовими втулками порівняно зі звичайними багатошпиндельними свердильними головками та звичайними кондукторами. Встановлено, що при значній різноманітності однотипних деталей доцільне застосування переналагоджуваних кондукторів з обертовими втулками та переналагоджуваних багатошпиндельних головок. Представлено відповідно до розрахунків графічні залежності.

Література

1. Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков [Текст] / М.А. Ансеров. – М.: Изд. Машиностроение, 1975. – 658 с.
2. Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков [Текст] / А.К. Горошкин. – М.: Машиностроение, 1973. – 303 с.
3. Крагельский, И.В. Основы расчета на трение и износ [Текст] / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов – К.–М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.
4. Технологія автоматизованого виробництва [Текст] / О.О. Жолобов, В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – 1014с.
5. Гевко, Б.М. Технологія сільськогосподарського машинобудування: підручник [Текст] / Б.М.Гевко, І.Б. Гевко, Д.Л. Радик. – Київ: Кондор, 2006. – 496 с.

Отримано 20.10.2011